

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 60-109630

(43)Date of publication of application : 15.06.1985

(51)Int.Cl.

F16F 7/12

(21)Application number : 58-217231

(71)Applicant : TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB
INC

TOYODA BOSHOKU KK

(22)Date of filing : 17.11.1983

(72)Inventor : KURAUCHI NORIO

SATO NORIO

YAMAMOTO SHOICHI

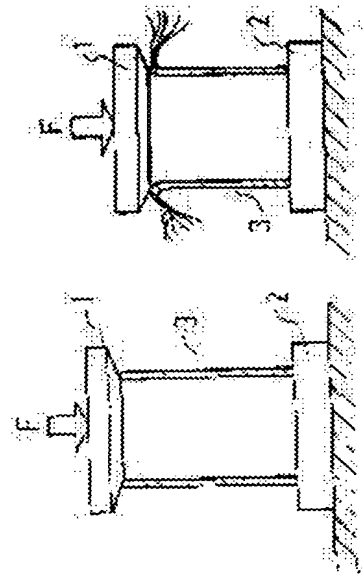
(54) ENERGY ABSORBING TOOL

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an ideal energy absorption characteristic by successively destroying, from a shaft end part, a hollow cylindrical body made of fiber reinforced plastic which is yielded by arranging fibers in different directions in a crossing relation and thereby absorbing shock energy.

CONSTITUTION: An energy absorbing tool comprises a fiber reinforced hollow cylindrical body 3 and a pair of press members 1, 2 disposed on both ends of said cylindrical body 3 and made relatively movable in the axial direction of said body. When shocking force is applied downward to the press plate 1, fiber bundles crossed and stacked in different direction from end parts of the hollow cylindrical body 3 are destroyed by being separated from each other thereamong. In addition, separation takes place also in the fiber bundle. Such destruction occurs only in the vicinity to a contact part between the hollow cylindrical body 3 and the press plate 1 without rapid development thereof to other parts.

Hereby, the hollow cylindrical body 3 is successively destroyed from end parts thereof to absorb shock energy.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-109630

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和60年(1985)6月15日

F 16 F 7/12

6581-3J

審査請求 未請求 発明の数 1 (全18頁)

⑮ 発明の名称 エネルギー吸収具

⑯ 特 願 昭58-217231

⑰ 出 願 昭58(1983)11月17日

⑱ 発 明 者 倉 内 紀 雄 名古屋市天白区天白町大字島田字西寄鷺918番地の2
 ⑱ 発 明 者 佐 藤 紀 夫 名古屋市守山区大字吉根字長廻間3248番地の483
 ⑱ 発 明 者 山 本 省 一 名古屋市中村区新富町一丁目2番11号
 ⑲ 出 願 人 株式会社豊田中央研究所 愛知県愛知郡長久手町大字長湊字横道41番地の1
 ⑲ 出 願 人 豊田紡織株式会社 刈谷市豊田町1丁目一番地
 ⑲ 代 理 人 弁理士 大 川 宏 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

エネルギー吸収具

2. 特許請求の範囲

(1) 繊維を異なった配向方向で交叉関係に配接して、繊維強化したプラスチック製の中空筒状体と、

該中空筒状体の両端にそれぞれ配置され該中空筒状体の軸方向に平行に相対移動可能な1対の押圧部材とから成り、

衝撃荷重作用時、前記1対の押圧部材の相対的近接により、前記中空筒状体をその軸端部から逐次破壊させることにより衝撃エネルギーを吸収するようにしたことを特徴とするエネルギー吸収具。

(2) 前記中空筒状体に配接した繊維の配交方向は、

該中空筒状体の軸方向に対して $+ (10^\circ \sim 60^\circ)$ の角度を成す方向と、

該中空筒状体の軸方向に対して $- (10^\circ \sim 60^\circ)$ の角度を成す方向とであることを特徴とす

る特許請求の範囲第(1)項記載のエネルギー吸収具。

(3) 前記中空筒状体に配接した繊維は、織布で構成したことを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載のエネルギー吸収具。

(4) 前記中空筒状体を強化する繊維が、該中空筒状体の側壁にその軸方向に対して略直角の關係に巻き付けた繊維を含むことを特徴とする特許請求の範囲第(2)項記載のエネルギー吸収具。

(5) 前記中空筒状体に強化した繊維は、中空筒状体の側壁にその軸方向に対し互いに 45° の配向方向になるように交互に積層したことを特徴とする特許請求の範囲第(2)項記載のエネルギー吸収具。

(6) 前記1対の押圧部材は、前記中空筒状体の両端に、それぞれ該中空筒状体の軸方向に対して垂直に設けられた1対の平板である特許請求の範囲第(1)項記載のエネルギー吸収具。

(7) 前記1対の押圧部材は、前記中空筒状体の一端に、該中空筒状体の軸方向に対して垂直に設

けられた平板と、該平板に垂直に固着され前記中空筒状体内に介挿された連接棒とから成る第1の押圧部材と、

前記中空筒状体の他端に該中空筒状体の軸方向に対して垂直に設けられた平板であって、前記連接棒が該中空筒状体の軸方向に移動し得る貫通孔を有する第2の押圧部材とから成る特許請求の範囲第(1)項記載のエネルギー吸収具。

(8) 前記1対の押圧部材のうち、前記中空筒状体が逐次破壊される側の一端に設けられる押圧部材は、前記中空筒状体の端部との接触部に、該押圧部材の中央が突出したテーパがつけられている特許請求の範囲第(1)項記載のエネルギー吸収具。

(9) 前記1対の押圧部材のうち、前記中空筒状体が逐次破壊される側の一端に設けられる押圧部材は、前記中空筒状体の端部と複数箇所接触する突起形状を有する特許請求の範囲第(1)項記載のエネルギー吸収具。

3. 発明の詳細な説明

としては、弾性変形エネルギーを利用する鋼製スプリングあるいは架橋ゴム、流動抵抗を利用する粘性油、未架橋ゴムあるいは空気、塑性変形エネルギーを利用した鋼性ハニカム、発泡体、摩擦エネルギーを利用したブレーキパッド、材料の破壊エネルギーを利用した高分子ハニカム、高分子発泡体が一般に利用されている。

しかし、例えば、鋼性スプリングは、一般に弾性変形範囲内で使用するものであるため、くり返し使用が可能であり、また最大抗力値を容易に設計出来る利点はあるが、その抗力-変位曲線は第1図の直線OBであり、吸収するエネルギーは変位量の割には少なくまた重量も大きい。

油圧を利用したエネルギー吸収装置の抗力-変位曲線は第1図の矩形OABに近い型に設計可能であるが加工精度を要し、従って、価格も高くなり、油を利用するため保守も面倒であるという欠点を有する。

発泡体を利用したエネルギー吸収装置は原理も簡単で、かつ、抗力-変位曲線は矩形のOABに

〔産業上の利用分野〕

本発明は、力学的エネルギー、特に衝撃的、打撃的荷重を吸収する繊維強化プラスチックを用いたエネルギー吸収具に関する。

〔従来技術〕

物体に衝撃的荷重がかかり、物体内部に装着してある装置等の物体あるいは人体がその衝撃荷重によって損傷をきたしたり、機能を果たさなくなる場合がある。一つの例として自動車等の衝突事故を考えると、運転者は走行速度の慣性により前方にぼおり出され、胸部をステアリングホイールに強打して負傷し、また自動車本体も衝突により大破することがある。この様な衝撃的荷重から物体を守るために、衝突の運動エネルギーを吸収する各種エネルギー吸収装置が開発されており、先の自動車等の場合には、例えばエネルギー吸収バンパー、エネルギー吸収ステアリング、エネルギー吸収シートベルト等により車体及び人体にかかる衝撃的荷重を緩和して安全をはかっている。

従来のエネルギー吸収装置のエネルギー吸収具

に近い形となるが発泡体の単位面積当たりの抗力Fが非常に小さく、衝撃力の大きい場合のエネルギー吸収においては、発泡体の受圧面積を広くする必要があり、エネルギー吸収装置の形状が大きくなり、スペースの制約がある場合は適用できない場合もあるという欠点をもつ。

〔発明の目的〕

本発明は、上記従来のエネルギー吸収具の有していた問題点を解消し、理想的なエネルギー吸収特性を有するエネルギー吸収具を提供することを目的とする。

本発明者らは、上記本発明の目的を達成するためエネルギー吸収具のエネルギー吸収特性に関する系統的実験及び解析を実施した結果、以下の知見を得た。

エネルギー吸収装置の特性を評価するために今、静止している物体Aに物体Bが衝突する場合を考える。衝撃を弱めるためには、エネルギー吸収装置を物体Aと物体Bとの間に介在させることが効果的である。この際、物体Aを衝突から守るかあ

るいは運動している物体Bを衝突から守るかによって、エネルギー吸収装置の特性を論ずる場合の表現は異なるが、エネルギー吸収装置自体の特性は変わらないので、ここでは、静止している物体Aに物体Bが衝突した際に物体Aを衝撃から守る立場でエネルギー吸収装置の特性を論じる。

上述の第1図は、あるエネルギー吸収装置をとり付けた物体Aを固定し、エネルギー吸収装置の受圧部に物体Bが衝突した際のエネルギー吸収装置の物体Bに対する抗力を縦軸にとり、また受圧部の後退距離(変位)を横軸にとったものである。

エネルギー吸収装置の受圧部に物体Bが衝突すると、受圧部は物体Bに対し抗力を発生させながら後退(変位)し、物体Bの持つ運動エネルギーを吸収する。従って、物体Aにはエネルギー吸収装置の抗力に等しく方向の逆むきの荷重が、受圧部の変位が止まるまで作用し、衝撃的な荷重からまぬがれる。この時の抗力-変位曲線と横軸とに囲まれる面積(斜線部)がエネルギー吸収量に相当する。

第1図において、斜線部は抗力と変位が放物線状の特性になるものを示した。この吸収量が物体Bの初期の運動エネルギーに等しくなるまで受圧部が変位した時点で物体Bの運動は止まり、同時に物体Aに作用する荷重もなくなる。ここで、もしエネルギー吸収装置のエネルギー吸収の総量が物体Bの運動エネルギーよりも小さい場合には、このエネルギーの差に相当する衝撃的荷重が物体Aに更に作用することになる。

エネルギー吸収装置を物体Aにとり付ける場合、衝撃的荷重に対して発生する抗力Fは物体Aが損傷しない荷重範囲内にとどめる必要があり、かつ、受圧部の変位はエネルギー吸収装置が使用における取得するスペースによって制約される。

このような制約のもとで最大限のエネルギー吸収量を得るには図にOABで示した様に、衝撃的荷重が作用した瞬間において抗力は急激に立ち上がり、物体Aを損傷しない範囲内の所定の荷重値に達した後は、それ以上増大することなく一定となり変位のみ増大して運動エネルギーを吸収する抗

力-変位特性を持たせる必要がある。

本発明者らは、このような知見に基づき、抗力の最大値を任意に設定でき、その長さにより変位量をかせぎ、作用する衝撃的打撃的エネルギーを充分吸収し得る、簡単な構成のエネルギー吸収具を案出するため、試作実験解析を繰り返した結果、本発明に想出したものである。

[発明の説明]

本発明のエネルギー吸収具は繊維を異なった配向方向で交叉関係に配接して繊維強化したプラスチック製の中空筒状体と、該中空筒状体の両端にそれぞれ配置され該中空筒状体の軸方向に平行に相対移動可能な1対の押圧部材とから成り、衝撃荷重作用時、前記1対の押圧部材の相対的近接により、前記中空筒状体をその軸端部から逐次破壊させることにより衝撃エネルギーを吸収するものである。

上述の構成より成る本発明のエネルギー吸収具の上方の押圧板1に下向きに衝撃力が作用した場合の繊維強化中空筒状体の変形、破壊状況を第2

図を用いて説明する。衝撃が作用した瞬間に中空筒状体3は圧縮され、わずかに軸方向に縮小する。これは衝撃荷重による弾性変形によるものである。次に中空筒状体3の押圧板1と接している部分が白化し始める。この白化は、繊維とマトリックスの接合部の界面のはく離によるものであり、更に負荷が増大すると中空筒状体3の端部から異なる配向方向で交叉積層した繊維束がお互いに繊維束間で層間剝離破壊が発生する。また、その剝離した繊維束内には、繊維の切断、マトリックスの破壊、繊維とマトリックスの界面の剝離が発生している。これらの破壊は中空筒状体3の押圧板1との接触部近傍だけに発生し中空筒状体3の他の部分には急激に進展せず、第3図に示すように破壊部を押圧板1に沿って周縁方向に排除しつつ押圧板1の変位に伴って押圧板1との接触部にだけ破壊が進行するため中空筒状体は端部より逐次破壊していく。この中空筒状体3の端部の逐次破壊によって衝撃エネルギーを吸収し、全衝撃エネルギーを吸収し得た時点で破壊は止まる。中空筒状体

3が逐次破壊していく時、中空筒状体3は常に押圧板1と接触し、その接触面近傍が逐次破壊し同縁方向に排除されていくため押圧板1は常にFRP中空体の未だ破壊していない新生面と接触しながら下方に変位することになる。

この衝撃荷重によって中空筒状体3に発生する抗力と押圧板1の下方への変位を示したものが第4図である。衝撃初期に抗力が急激に発生し、以後、抗力はほぼ一定のままで変位だけが増大した。これは、第1図において示した理想的なエネルギー吸収装置としての抗力-変位特性に近いものである。ここで本発明のエネルギー吸収具の抗力-変位特性における急激な抗力の立上がりは中空筒状体の弾性変形領域に対応し、以後の一定抗力値で変位だけ増加する領域は中空筒状体3の端部が白化し、端部より逐次破壊を伴いながら押圧板1が中空筒状体3と接触しつつ下方へ変位していく状態に対応する。

従って、本発明のエネルギー吸収具のエネルギー吸収のメカニズムは、中空筒状体が端部より逐

次破壊していく際における繊維の破壊、マトリックスの破壊、繊維とマトリックスとの界面の接着の破壊及び交叉積層した繊維束間の層間はく離破壊の様な各種の破壊エネルギーの組み合わせによる相乗的消費と、押圧板が中空筒状体の端部に摩擦接触しながら逐次破壊に伴って変位して破壊部を排除していく際における摩擦エネルギーとしての消費によるものとが付加されたものである。

[実施態様の説明]

本発明の第1の態様のエネルギー吸収具は、前記中空筒状体に配接した繊維の配向方向が該中空筒状体の軸方向に対して $+(10^{\circ} \sim 60^{\circ})$ の角度を成す方向と、該中空筒状体の軸方向に対して $-(10^{\circ} \sim 60^{\circ})$ の角度を成す方向とで構成されているものである。

本第1の態様のエネルギー吸収具は、上述の様な配向関係で繊維を配接して交叉させるものであるため、衝撃的荷重によって中空筒状体の端部より繊維に沿ってクラックが発生するが、そのクラックの伸展は互いに交叉する繊維によって阻止す

る。従ってクラックが急激に中空筒状体の軸方向に伸展して抗力を発生させなくなる様な破壊には到らず、破壊は端部より徐々に逐次進行させることができるという利点を有する。

また一般に交叉積層した繊維強化複合材料の圧縮強度及び座屈強度は交叉積層角度に大きく依存する。よって繊維の配接角度を変えることによって抗力-変位特性の最大抗力値を任意に設定可能である。

従って、本第1の態様は、繊維を一定角度関係範囲で交叉配接することにより、抗力が保持されだま破壊が徐々に進行し、大きなエネルギーを吸収する利点を有する。

第2の態様のエネルギー吸収具は、前記中空筒状体に配接した繊維を織布で構成したものである。

本第2の態様のエネルギー吸収具は、織布で強化繊維を構成するものであるため、使用する繊維、織り方、織布の配列方向により抗力-変位特性を変えることができエネルギー吸収特性を変えることができるという利点を有する。

本第2の態様は、繊維を互いに交叉配接するといった技術的複雑さは無く、所定の織布を単に配接するだけで、繊維が交叉した繊維強化中空筒状体が得られるという利点を有する。

第3の態様のエネルギー吸収具は、前記中空筒状体を強化する繊維が、該中空筒状体の側壁にその軸方向に対して略直角の關係に巻き付けた繊維を含むものである。

本第3の態様のエネルギー吸収具は、中空筒状体の軸方向に対して略直角に巻き付けた、いわゆるフープ巻きした繊維を有するため、軸方向に対してある角度関係で交叉巻きした繊維をはち巻きの様に巻きつけるものであり、円周方向の強度を高めるため、エネルギー吸収具の最大抗力(エネルギー吸収時の荷重)を高め、大きな衝撃的エネルギーの吸収に適する。

また時には最大抗力は小さいがエネルギー吸収量の大きいエネルギー吸収具を必要とする場合があり、これにはエネルギー吸収具の変位量を大きくする必要がある。このような場合、中空筒状体

の長さを長くする必要があるが、一般に中空筒状体の断面、径の長さに対し、筒状体の長さの比が大きくなると中空筒状体中央で屈曲破壊しやすくなる。しかし、本第3の態様は中空筒状体にフープ巻きを施すため、円周方向の強度を増すことにより、半径方向の拘束力を高めるものであるため、屈曲強度が増加し、圧縮荷重に対して屈曲することなく端部から逐次破壊する様になり、エネルギー吸収のための変位量を大きくとることが可能であり、結果的に吸収エネルギー量を増大させるという利点を有する。

第4の態様のエネルギー吸収具は、前記中空筒状体に強化した繊維は、中空筒状体の側壁にその軸方向に対し互いに45度の配向方向になるように交互に積層したものである。

本第4の態様のエネルギー吸収具は、中空筒状体の軸方向に対して互いに45度の角度関係になる様に交互に積層したものであるため、繊維が中空筒状体の円周方向及び軸方向に等しい強さを有し、かつ軸対称の関係で配接されるものであるた

め、エネルギー吸収時の中空筒状体の端部の破壊が一様に進行し、均一なエネルギー吸収特性を有するという利点を有する。

また繊維束内の破壊では、繊維の長軸に沿った繊維とマトリックスとの界面破壊が発生しやすいが、本第4の態様においては繊維束が互いに直交しているため界面破壊の進展は直交する他の繊維束によって一層確実に阻止する。従って、本第4の態様は他の交叉角度のものに比べ、最大抗力値が高くなり、破壊も一層徐々に進行するため、吸収エネルギー量が最大になるという利点を有する。

第5の態様のエネルギー吸収具は、前記1対の押圧部材が前記中空筒状体の両端に、それぞれ該中空筒状体の軸方向に対して垂直に設けられた1対の平板で構成したものである。

第5の態様のエネルギー吸収具は、押圧部材としての1対の平板の両方から繊維強化中空筒状体に衝撃エネルギーを圧縮荷重として作用させ、両方もしくは一方と接する繊維強化中空筒状体の軸端部から破壊させることにより、エネルギーを吸

収するものである。

第6の態様のエネルギー吸収具は、前記1対の押圧部材は、前記中空筒状体の一端に、該中空筒状体の軸方向に対して垂直に設けられた平板と、該平板に垂直に固着され前記中空筒状体内に介挿された連結棒とから成る第1の押圧部材と、前記中空筒状体の他端に該中空筒状体の軸方向に対して垂直に設けられた平板であって、前記連結棒が該中空筒状体の軸方向に移動し得る貫通孔を有する第2の押圧部材とから成るものである。

本第6の態様のエネルギー吸収具は、連結棒を介して第2の押圧部材を通して第1の押圧部材に荷重を作用させるので衝撃的な引張エネルギーを繊維強化中空筒状体に圧縮荷重として作用させるものであり、引張荷重による衝撃的エネルギーの吸収を可能にしたものである。

第7の態様のエネルギー吸収具は、前記1対の押圧部材のうち、前記中空筒状体が逐次破壊される側の一端に設けられる押圧部材が前記中空筒状体の端部との接触部に、該押圧部材の中央が突出

したテーバがつけられているものである。

本第7の態様のエネルギー吸収具は、押圧部材にテーバを形成したので、テーバ面と当接する繊維強化中空筒状体の軸端部には、衝撃荷重作用時、テーバ面から半径方向外方に向いた荷重を作用させることにより、破壊された軸端部を第3図に示すように半径方向外方すなわち周縁方向に円滑に排除して、常に未だ破壊していない新生の軸端部をテーバ面に接触させるようにするものであり、破壊進行時の抗力値の変動幅を狭くして、安定させるという利点を有する。

本第7の態様において、中空筒状体の軸とテーバ面とのなす角すなわちテーバ角度を小さくしすぎると、衝撃荷重作用時中空筒状体の縦割れが生じ、抗力が急激に低下してエネルギー吸収効果が阻害される場合もあるため、発明者らの行った実験によればテーバ角度は30度以上が望ましく、さらに望ましくは70度以上であるのが良い。

第8の態様のエネルギー吸収具は、前記1対の押圧部材のうち、前記中空筒状体が逐次破壊され

る側的一端に設けられる押圧部材が前記中空筒状体の端部と複数箇所接触する突起形状を有するものである。

本第8の態様のエネルギー吸収具は、押圧部材を突起形状にしたことにより、繊維強化中空筒状体の軸端部と複数箇所接触させ、この接触部から破壊を進行させるものであり、接触箇所の数、突起の形状により、抗力-変位特性を変えることができ、エネルギー吸収特性を変えることができるという利点を有する。

本発明は上述以外にも、実施するに当たり、次の様な態様を採り得る。

繊維強化中空筒状体（以下簡単にFRPパイプと言う）の長軸方向の長さは、エネルギー吸収具に許容される変位値（上記 X_1 ）によって決定される。

また、FRPパイプの繊維の配向方向、積層数、径の大きさ、肉厚、強化繊維および母材プラスチックの種類等はエネルギー吸収具に許容される荷重（上記 F_1 ）によって決定される。一般にFR

Pの積層数、強化繊維の配向方向、径の大きさ、肉厚を増すとFRPパイプが支え得る荷重（上記 F_1 に相当）は大きくなる。

FRP中空体に用いる強化繊維としては、ガラス繊維、炭素繊維、有機繊維、アルミナ繊維等の連続繊維を用いることができる。又、母材であるプラスチックとしては不飽和ポリエステル、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂等の熱硬化樹脂、あるいは熱可塑性樹脂を用いることができる。

FRPパイプの製造方法としては、例えば、強化繊維を予め所定の形状に配置し、その上から上記繊維を含浸させるハンドレイアップ法、強化繊維束に上記樹脂を含浸させながら所定のマンドレルに巻付けるFW法、あるいは強化繊維に予め樹脂を含浸させテープ状に配列させたいわゆるプリプレグを所定のマンドレルに巻き付け、その後、加熱等により樹脂を硬化させる手法等の方法を用いることができる。

また、繊維を切断しランダムに分布させて樹脂を含浸させてシート状にしたいわゆるSMCをマ

ンドレルに巻き付け、その後、繊維を円周方向にフープ強化した後、加熱して樹脂を硬化させる方法も用いることができる。

上記した1対の押圧部材は、上記衝撃的荷重を受け、該荷重を上記FRPパイプに伝える機能を有する。荷重が加わると押圧部材はFRPパイプの軸方向に相対移動し、該移動によって上記FRPパイプを逐次破壊する。そして該逐次的な被破壊によって上記FRPパイプは衝撃的荷重を吸収する。

押圧部材の形状は、上記衝撃的荷重をFRPパイプに伝達し得るものであれば良い。

又、FRPパイプはそれぞれ径の異なる2種類以上のFRPパイプを同軸的に配置して形成することもでき、抗力-変位特性、エネルギー吸収特性を制御することができる。

上述の実施態様のエネルギー吸収具を、例えば自動車用シートベルト、エネルギー吸収ステアリング装置、エネルギー吸収バンパー等に用いると、限られた変位の間に多くのエネルギーを効率

よく吸収することができ、上記各種装置による被保護物体の保護の効果をさらに高めることができる。

〔実施例〕

（1）各種試験例

本発明のエネルギー吸収具の効果を確認するため、表に示す各種のFRPパイプを用いた本発明の具体例のエネルギー吸収具のサンプルA～Hと、比較例のサンプルとについて試験を行い、抗力-変位特性すなわちエネルギー吸収特性を測定した。繊維としてはガラス繊維を、樹脂としてはエポキシ樹脂を用い、又、押圧部材としては上記第2図に示すようなFRPパイプの両端に該FRPの軸方向に対して直角に配置した1対の平板を用いた。

試験は第5図に示す様にFRPパイプ3、押圧板1、底板2より成るエネルギー吸収具をロードセルLCを介して、電気油圧試験機の定値と油圧ピストンOPの間に挟持し、油圧ピストンOPによって押圧板1に一定速度の変位を与えることにより実施した。油圧ピストンOPの変位の速度は

100 mm/sec である。抗力はロードセル LC にて、変位は油圧ピストン OP に内蔵した差動トランス（図示せず）にて計測して、第6図（A）～第6図（G）に示すこのエネルギー吸収具の抗力－変位特性を求めた。

又、試験に用いた表に示すFRPパイプの各種サンプルは次の様に作製した。

サンプルA～Fは連続したガラス繊維を引き揃え、エポキシ樹脂を含浸させ半硬化の状態にした厚さ0.2 mmのいわゆるプリプレグテープを所定径のマンドレルにワインディングしたものである。サンプルA、B、Fはプリプレグをマンドレル軸に対して -45° 、 $+45^\circ$ 傾けてそれぞれ交互にワインディングしたものであり、サンプルC、D、EはサンプルAの最外層上に更にプリプレグを円周方向にフープワインディングしたものである。サンプルGはガラス繊維を用いた織物を所定のマンドレルに巻き付けその上からエポキシ樹脂を含浸したものである。比較例1のサンプルはガラス繊維ストランドを長さ1 inchに切断し、それを平面

ランダムに分散させた後エポキシ樹脂を含浸させてシート状にしたいわゆるSMC（シートモールドングコンパウンド）を所定のマンドレルに巻き付けたものであり、繊維は無配向となる。サンプルHは比較例1の最外層にプリプレグテープを円周巻きしたものである。上記素材付きマンドレルを加熱炉内に入れ、樹脂部を加熱硬化させ、その後所定の長さに切断してサンプルとした。

試験例1（矩形の抗力－変位曲線の検討）

第6図（A）は、サンプルAの抗力－変位曲線を示したものである。衝撃初期に抗力は急激に立ち上がり、以後微細な変動はあるものの抗力は一定となって変位し、エネルギー吸収材として理想に近い抗力－変位特性を示した。尚、最終で荷重が上昇するのは逐次破壊が全域にわたり、押圧板か底板を直接圧縮したためである。図中には、比較例1のサンプルの抗力－変位特性を示したが、比較例1のサンプルは衝撃と同時にクラックが全域にわたって発生し、中空体形状を保たなくなり、抗力は急激に減少する。

試験例2（矩形の抗力－変位曲線の検討）

第6図（B）は、比較例1のサンプルの最外層に連続繊維をフープ巻きしたサンプルHの抗力－変位曲線を示したものである。サンプルHではフープ巻きした繊維の拘束により急激なクラック伝ぱんがなくなり、パイプ端部より逐次破壊し、そのために最大抗力値は大きくないが、矩形に近い抗力－変位特性を示した。

試験例3（抗力値の設定の検討1）

第6図（C）は、サンプルBの抗力－変位特性を示したものであり、FRPパイプの肉厚が増加すると、抗力値は増大する。このことより、抗力－変位特性の抗力値をFRP中空体の肉厚を変えることによって任意に設定出来ることを実証した。

試験例4（抗力値の設定の検討2）

第6図（D）はサンプルAの最外層にテープ巻き1層、2層、4層巻き付けたサンプルC、D、Eの抗力－変位曲線を示したものである。フープ巻きを施すことによって抗力値は増大し、エネルギー吸収量が飛躍的に改善されることがわかった。

この結果より交叉積層とフープ巻きを組み合わせることによって、抗力値の任意設定が可能であり、またエネルギー吸収量も改善出来ることを実証した。

試験例5（抗力値の設定の検討3）

第6図（E）はサンプルFの抗力－変位特性を示したものであり、FRPパイプの径を小さくすると、抗力値も減少することを示す。このことより、抗力－変位特性の抗力値をFRPパイプの径を変えることにより任意に設定出来ることを実証した。

試験例6（抗力値の設定の検討4）

第6図（F）は長さ50 mmのサンプルFと長さ40 mmのサンプルAを同軸的に配置したエネルギー吸収具の抗力－変位特性を示すものであり、まず、サンプルFのパイプ先端から10 mm逐次破壊しその時の抗力値は400 kgとなる。次にサンプルFとサンプルAが共に逐次破壊するためその時の抗力値は1200 kgとなる。この様に長さとの異なるパイプを同軸的に配置すると抗力が段階的に増加する様な抗力－変位特性が得られることを実

証した。

試験例7 (織物を強化材としたFRPパイプの検討)

第6図(G)はFRPパイプの簡単な成形方法として、ガラス繊維の織物(平織物)の経糸をマンドレルの軸方向になる様にして、マンドレル上に巻き付けその後樹脂を含浸させて成形したサンプルGの抗力-変位特性を示したものである。この様に織物を使用して非常に簡単に成形したパイプにおいても矩形に近い抗力-変位特性を示すことを実証した。

第6図(A)～第6図(G)の各種試験例の測定結果からわかるように、本発明の具体例の各種のエネルギー吸収具ではFRPパイプの肉厚、強化繊維の配向方向、径の大きさ等を変えることにより、支え得る荷重を任意に設定することができる。又、FRPパイプの長さを変えることにより、吸収し得るエネルギー量を設定することができる。従って目的に応じ、最適なエネルギー吸収具を設計することが可能である。

ープワインディングしたものである。

上部押圧部材1の中央には連設棒11が該上部押圧部材1に対し直角に立設固着されている。一方、下部押圧部材2には該連設棒11を通す穴24が設けられ、又、下部押圧部材2の外周部には上記FRPパイプ3を収納する外筒21が連設され、該外筒21にはその上部において前記上部押圧部材1を収納する上板22が連設固着されている。さらに上板22の中央部には連設棒23が前記連設棒11と反対方向に立設固着されている。

上述の構成より成る本実施例のエネルギー吸収具では、下部押圧部材2を連設棒23及び筒21を介して図の上方に、又、上部押圧部材1を連設棒11を介して図の下方にそれぞれ引張荷重を作用させると、該引張荷重はFRPパイプ3への圧縮荷重に変換される。即ち引張荷重が圧縮荷重に変換され、FRPパイプ3によって吸収される。

すなわち、本実施例のエネルギー吸収具に引張による衝撃的エネルギーが作用すると、上部押圧部材1と下部押圧部材2との間のFRPパイプ3

次に本発明の実施例のエネルギー吸収具を説明する。

[第1実施例]

本実施例のエネルギー吸収具は、引張荷重による衝撃的エネルギーを吸収する点に特徴があり、第7図を用いて説明する。

本実施例のエネルギー吸収具は、FRPパイプ3と、該FRPパイプ3の上端に配置された上部押圧部材1と、FRPパイプ3の下端に配置された下部押圧部材2とから成る。

FRPパイプ3は、内径60mm、長さ50mm、肉厚2.1mmのパイプであり、連続したガラス繊維を引き揃えエポキシ樹脂を含浸させて半硬化状態にした厚さ0.2mmのいわゆるプリプレグテープを外径60mmのマンドレルにワインディングしたものである。このプリプレグテープは、マンドレルの軸に対して+45度のテープと-45度のテープを交互に5層ずつ積層して、合計10層積層する。更にその最外層にマンドレルの軸に対して直角にすなわち円周方向にプリプレグテープをフ

に圧縮荷重として作用し、FRPパイプ3の軸端から逐次破壊して、与えられた衝撃的エネルギー量にバランスするまで破壊が進行し、エネルギーを、その破壊エネルギーによる消費と、パイプ3と押圧部材との接触面による摩擦エネルギーによる消費とにより、有効に吸収するものである。

[第2実施例]

本実施例のエネルギー吸収具は押圧面のFRP中空パイプとの当接面にテーバ面を形成した点に特徴があり、第8図及び第9図を用いて説明する。

本実施例のエネルギー吸収具は、第1実施例と同様のFRPパイプ3と、FRPパイプ3の上端に配置され下面のパイプ3との当接面にはパイプ3の軸に対して約70度の角度を成すテーバ面10を形成した上部押圧部材1と、FRPパイプ3の下端に配置した下部押圧部材(図示せず)とから成る。

上述の構成より成る本実施例のエネルギー吸収具は、最適なテーバ角度を有するテーバ面10を上部押圧部材1に形成したので、FRPパイプ3

の軸端部に、衝撃的荷重作用時においてテーバ面10から半径方向外方に向いた荷重を作用させる。従って、破壊されたFRPパイプ3の軸端部を半径方向外方に円滑に排除して、常に未だ破壊されていない新生の軸端部をテーバ面10に接触させるものであるため、FRPパイプの逐次破壊が円滑となり、第9図において破線で示す平板の押圧部材を用いた場合に比べ、結果として抗力値の変動幅が格段に減少して、ほぼ一様になって安定するという利点を有する。すなわち、平板状の押圧部材を用いた場合、FRPパイプの軸端から逐次破壊が進行するが、破壊部の半径方向外方への排除がスムーズでないため、第9図において破線で示すように抗力値の変動幅が大きく、またパイプの強度、構造によっては局部で座屈が発生する場合もあった。

[第3実施例]

本実施例は、FRPパイプの軸端部に4ヶ所で当接する十字形状の押圧部材を用いる点に特徴があり、第10図を用いて説明する。

本実施例は、第10図に示すように、上部押圧部材1を、圧縮荷重を作用させる中央の角接部材の四辺にそれぞれ棒部材を4個並設して囲繞したものである。よってFRPパイプ3の軸端部には、90度間隔で4個の棒部材が当接する構成になっている。

本実施例のエネルギー吸収具は、FRPパイプ3の軸端面全体を圧縮するのではなく、4箇所を圧縮することにより適切な抗力-変位特性を得るものである。

また押圧部材としてはエネルギー吸収具の使用目的に応じ、各種形状の押圧部材を用いることができる。

すなわち、第11図に示すように、FRPパイプに当接する下端面のテーバ面に放射状に鋸歯状の突起を形成しても良い。

前述した様に中空筒状体のエネルギー吸収機構は繊維破壊、マトリックス破壊、繊維とマトリックスとの接着の界面の剥離、また繊維束間の層間剥離破壊等の破壊によるエネルギー吸収と、押圧

部材と中空筒状体の端部との摩擦によるエネルギー吸収の二つの機構によるものであり、従って、押圧部材のテーバ面に放射状に鋸歯状の突起を形成すると、繊維破壊の箇所、マトリックス破壊の箇所が増加したり、あるいは接着の界面の剥離、又層間剥離による破壊の様相が複雑になるため、破壊によって消費されるエネルギーは増加する。又、中空筒状体と接触する面積は増加し、かつ押圧部材と中空筒状体との摩擦係数も大きくなるために摩擦によって消費されるエネルギーは増加し、エネルギー吸収具としての吸収特性が改良される。

又、次の第4の実施例にて詳細に述べるが、FRPパイプでは衝撃初期にピーク抗力が発生するが、本実施例の放射状に鋸歯状の突起を形成すると、FRPパイプの破壊がスムーズに開始されるため、ピーク抗力値も減少し、保護物体に過大な衝撃力が作用しなくなるという利点も有する。

[第4実施例]

本実施例のエネルギー吸収具は、FRPパイプ

の軸端部に複数の切欠部を形成する点に特徴があり、第12図を用いて説明する。

本実施例のFRPパイプは、第1実施例と同様のFRPパイプの軸端部に、深さ3mm、幅1mmの切欠を円周上全周に一様に形成するものである。

第12図は本実施例の切欠を形成したFRPパイプと、入れてないFRPパイプのそれぞれの抗力-変位特性を示したものである。切り込みの入ってないFRPパイプでは衝撃初期には非常に高いピーク的な抗力が発生し、以後それより小さい抗力でほぼ一定になって変位していく。これはパイプ端部の破壊以前の弾性変形による抗力が非常に大きいためであり、このピーク抗力によって保護する物体に損傷をきたす場合も考えられる。一方切り込みを入れた本実施例のFRPパイプでは衝撃初期のピーク抗力はなくなり抗力は初期からほぼ一定値となって変位する。これはパイプ端部の破壊がFRPパイプの軸端部に形成した切欠によってスムーズに開始され、破壊以前の弾性変形が小さくなったためである。この様に本実施例の

エネルギー吸収具は、パイプ端部に切欠を形成することにより破壊開始点を規制することによって、より理想的な抗力-変位特性が得られるという利点を有する。

〔第5実施例〕

本実施例のエネルギー吸収具は、本発明を航空機、自動車等の乗り物における乗員保護用のシートベルトに適用したものである。

航空機、船舶、自動車等において事故等の衝突発生時に乗員を衝撃に基づく災害より保護させるため乗員を座席に緊締しておく安全ベルトが使用される。安全ベルトは衝撃が加えられたとき乗員の重量と衝撃力とにより発生する荷重を受けて破断しない強度を要求されると同時に該荷重により僅かに伸長して乗員の運動エネルギーを吸収して衝撃を緩和することが望ましい。しかしながら安全ベルトの伸長はこれが大きすぎると乗員の座席に対する移動量が大となって計器盤その他の車両部分に衝突する二次衝突が発生するおそれがある。従って、安全ベルトは、(1) 衝撃を受けたとき

に人間の運動をある範囲に限定し二次衝突の発生を防止する機能、(2) 人間の運動エネルギーを吸収して衝撃を緩和し人間にかかる荷重を減少させる機能の両方を満足させる必要がある。

本実施例は前記第2のエネルギー吸収を目的とした安全シートベルトの発明である。

従来、乗員等の運動エネルギーの吸収はシートベルト自体の伸長によってなされていた。しかしシートベルトの伸長は僅かでありエネルギー吸収量が小さいために乗員は大きな衝撃力を受けているのが実状である。シートベルトの織りの組織を変えて伸長を大きくしたシートベルトも考案されたがベルトの厚みが増大し、かつベルトの剛性が大きくなってシートベルトの取扱いが不便になるという欠点を有した。又、ベルトとは別に油の粘性抵抗を利用した緩衝器をベルトに直結させて乗員の運動エネルギーを吸収する安全ベルトも考案されている。しかし、かかる機械的緩衝器は、いきおい高価となり、かつ重量が大きいという欠点を有する。

本実施例は、上記緩衝器をFRPパイプを主体に構成し、エネルギー吸収装置として理想的な抗力-変位特性を有するとともに軽量でかつ安価な安全シートベルトを提供するものである。

本実施例では、FRPパイプをベルトにより支持される被保護体が運動をしてベルトに衝撃的な張力が発生したときに狭圧されて圧縮破壊する様にベルトに組込んだものであり、その際、FRPパイプの端部からの逐次破壊によって被保護体の運動エネルギーを吸収して被保護体にかかる衝撃力を緩和するものである。この場合、用いるFRPパイプの抗力-変位特性は、エネルギー吸収量に関係するものであり、被保護体の重量安全ベルトが装備される車両等の移動速度、被保護体の耐衝撃力及び二次衝突の発生を防止すべく被保護体に許容される運動距離により決定される。従ってこれらの条件に適した抗力-変位特性を有するFRPパイプの径、肉厚、長さ及び繊維の配向角度を選定する必要がある。次に実施例を詳細に説明する。

本実施例のFRPパイプを用いたエネルギー吸収具をエネルギー吸収装置として、自動車用のシートベルトに適用するために、第13図に示すナイロン等任意の材質のラップベルト92、93にその一端を連結したショルダーベルト91の他端と車両等の固定部としてのピラー等のフレーム8との間にFRPパイプを収納したエネルギー吸収具Xを装備する必要がある。

本実施例のFRPパイプ3は、外径60mmφのマンドレル上にガラス繊維束に不飽和ポリエステルを含浸させながらマンドレル軸に対して±45°傾けてワインディングし、更に最外層にマンドレル軸に対して、垂直となる様にフープ巻きを施して最終肉厚を2mmに成形したものである。成形後、所定の長さ100mmに切断し、その一方の切断面に深さ3mm、幅1mmの切り込みを等間隔で放射状に8箇所入れた。このFRPパイプ3の衝撃力に対する抗力-変位特性を第15図に示した。

エネルギー吸収装置Xを第14図に示す。一端が開口した金属製の有底筒体21に上述のFRP

パイプ3を収納し、パイプ3の外径よりやや大きめの円板状押圧板100と一端を押圧板中央部に直角に固定した接続棒52とよりなるT字型のパイプ押圧部材1を押圧板100の一面(接続棒の立設された側の面)がパイプの一端面に接するようにし、また接続棒11がパイプの中心線上及び筒体底板20の中央部の通孔24を貫通する様に配し、筒体外の接続棒11端部に形成した止め金具90とショルダーベルト91の一端を回動可能に接続する。

組立に当たっては、例えば接続棒11の一端を底板20の通孔24及びパイプ3に挿入貫通して押圧板100に鉗着固定する。一方筒体21の開口部にはキャップ22を覆着し、その上面中央部に設けた止め金具23に接続棒230の一端を回動可能に接続するとともにその他端をボルトBTにより固定部8に固着する。

上述の様に構成した本実施例のエネルギー吸収具を用いたエネルギー吸収装置Xを車両に装備すると、車両が後部より衝撃を受けて人体が前傾し

ベルトに張力が発生した時、第14図中押圧部材1は矢印方向に作用して筒体内のパイプ3は固定部に支承された筒体の底板20とベルトに接続された押圧板100との間で圧縮される。この時パイプ3は端部より逐次破壊しながら、第15図に示す様な抗力-変位特性を示すため、人体に作用する運動エネルギーは吸収される。従って、人体には、荷重が急激に作用するものの、その値は人体に害を及ぼす程度のものでなく、人体は一定の荷重を受けたままで移動しその後静止する。

第13図ではエネルギー吸収装置を車両の上部に装備したが、本エネルギー吸収装置Xを車両の床部に装備すれば、空間的制約も弱まり、更に理想的な抗力-変位特性をもつエネルギー吸収装置を装備することにも可能となる。

[第6実施例]

本実施例は、本発明のエネルギー吸収具を自動車等のエネルギー吸収ステアリングに適用したものである。

最近、自動車等においては、その走行速度が高

速化され衝突時等において人身事故が最悪の事態をまねくことが多く社会問題となっている。従来一般のステアリング装置はステアリングホイールを取付けているステアリングシャフトならびに該シャフトを回転自在に支承しているステアリングコラムチューブが軸方向に移動不可能な構造であったため、例えば自動車が衝突事故を起こしたときには運転者は走行速度の慣性により前方に放り出されて胸部をステアリングホイールに強打して負傷し、一命を失うことがしばしばある。

この様な事故から運転者を守るため、ステアリングシャフトならびにステアリングコラムチューブを移動可能に構成せしめ、運転者がステアリングホイールに衝突したときにステアリング装置が軸方向に移動し、その間に運転者の運動エネルギーを吸収せしめて運転者の安全を図ることが一部で実用化されている。実用化されたエネルギー吸収装置は、金属球あるいは金属網の塑性変形エネルギーを利用したものであり、抗力-変位特性が安定しなかったり、取付け機構が複雑であったり、

また強度等にも問題があり、より効果的なステアリング装置が待望されていた。

本実施例はエネルギー吸収材として理想的な荷重-変位特性をもつFRPパイプを用いて構造が簡単で、かつ安価なエネルギー吸収ステアリング装置を提供するものである。

本実施例はステアリングシャフトの上端部をステアリングホイールに連結するとともに、その下端部をギヤボックスに連結して成るステアリング装置において、ステアリングホイールに衝撃荷重が加えられたときにステアリングシャフトの端部と車体の固定部材との間にFRPパイプを挟持せしめステアリングシャフトが衝撃により軸方向に移動せしめられたときに上記FRPパイプを狭圧して逐次破壊せしめ、この間にステアリングホイールに対する衝撃物の運動エネルギーを吸収する様になしたことを特徴とするエネルギー吸収ステアリング装置である。

本装置においては、ステアリングホイールに衝撃が加えられたときにFRPパイプはこれを両端

より挟持する部材により押圧されて端部より逐次破壊されるがこの間FRPパイプはエネルギー吸収材として後述するように理想的な抗力-変位特性を示す。

以下本実施例を詳細に説明する。

第16図ないし第18図に示す如くステアリング装置Yは一端にステアリングホイールDを取付け他端をギヤボックスCに連結したステアリングシャフト5と該シャフト5の外筒を形成するステアリングコラムチューブ6とからなる。

上記シャフト5は断面がほぼ長円形の棒状の上部シャフト51及び筒状の下部シャフト52とより成り、上部シャフト51の上端にはステアリングホイールDが取付けられ、その下端部は下部シャフト52の上端部に嵌合結合し、その先端はFRPパイプの外径よりも大きくかつ、下部シャフト52の内径よりも若干小さい外径をもつ円板状押圧板100を結合し、下部シャフト52の下端はダストキーバ200により閉塞されるとともにユニバーサルジョイントC1を介してギヤボック

スCに連結され、ステアリングホイールDのトルクを前輪に伝達する様に構成せしめられている。

一方ステアリングコラムチューブ6は上部シャフト51の外筒を形成する上部チューブ61と下部シャフト52の外筒を形成する下部チューブ62とより成り、上部チューブ61の下端と下部チューブ62の上端とは互いに嵌合せしめられている。そしてステアリングコラムチューブ6はトウボードT及び計器取付板Kを介して車体に固定せしめられるとともにスナップリング9によりハンドル軸5を回転自在に支承している。

上部シャフト51と下部シャフト52ならびに上部チューブ61と下部チューブ62との嵌合部は第17図に示す如くであって上部シャフト51と下部シャフト52の嵌合部の間隙には下部シャフト52の孔521より圧入した合成樹脂モールド71により充填し、上部チューブ61と下部チューブ62嵌合部の間隙には上部チューブ61の孔611より圧入した合成樹脂モールド72により充填し、通常の運転状態においては、上部シャ

フト51と下部シャフト52及び上部チューブ61と下部チューブ62は固着状態にあるが、自動車の衝突時等において運転者の身体によりステアリングホイールDに衝突荷重が加えられたときには上部シャフト51と下部シャフト52間の合成樹脂モールド71による結合が破壊されて、上部シャフト51は軸方向(X方向)に移動しこの結果、ステアリングホイールDにより押される上部チューブ61も上記同様合成樹脂モールド72による下部チューブ62との結合が破壊されて軸方向に移動可能に構成せしめる。

上部チューブ61の計器板への取付は第18図に示す如くであって、クランプK1、K2により固定され、該クランプと上部チューブとの間には低摩擦性パッキング73を介在せしめ、上記シャフト及びチューブの嵌合部と同様、上記チューブ61がステアリングホイールDを介して運転者の衝突荷重が加えられたときのみ、軸方向に移動可能とする。

次に筒状の下部シャフト52内の上部シャフト

51の先端とダストキーバ200の間にはエネルギー吸収部材としてFRPパイプ3を配接する。FRPパイプは外径30mmのマンドレルにエポキシ樹脂を含浸させたガラス繊維束をマンドレル軸に対して、まず $\pm 30^\circ$ 傾けて、肉厚1.5mmになるまでワインディングし、次にその上に $\pm 45^\circ$ 傾けて肉厚2.5mmになるまでワインディング積層し、最後に更にその上にマンドレル軸に対して、おおむね垂直なる様にフープワインディング積層を施し、最終肉厚を3mmとしたものである。電気炉内で樹脂部を硬化させた後、マンドレルを引抜き、FRPパイプを得た。得られたFRPパイプを所定の長さ10mmに切断し、一方の切断面に深さ3mm、幅1mmの切込みを、等間隔に放射状に6箇所入れた。FRPパイプの外径は、FRP外周面と下部シャフト52の内周面との間に適当な間隙を形成する大きさとする。これは押圧板によって破壊されたFRPパイプの組織が押圧板の進行に伴って円周方向に排除されるためである。

本実施例のエネルギー吸収具は、上記の如くス

テアリング装置を構成することにより、該装置を有する自動車の衝突時等において運転者がスピードの質性により前方に放り出されてその身体がステアリングホイールDに衝撃荷重を加えたときにFRPパイプ3は上部シャフト51の先端の押圧板100とダスキーバ200との間で圧縮され、FRPパイプ3がその軸端部から逐次破壊して荷重が作用する間破壊が進行することにより運動エネルギーを吸収して運転者を保護し、被害を最小限にとどめることができる。

〔第7実施例〕

本実施例は、本発明のエネルギー吸収具を自動車の衝撃吸収バンパーに適用したものである。自動車の安全性は大きくわけて乗員の安全確保を目的とする場合と車体の保護の確保を目的とする場合に分けられる。前者の例としてシートベルトによる安全確保があり、後者の例としてバンパーによる安全確保がある。シートベルトが普及した今日、特に車体の保護を目的としたエネルギー吸収バンパーの開発がさかんである。

エネルギー吸収バンパーを大別すると3種あり、第1にバンパーを樹脂で成形し、例えばウレタン系ゴムで成形してバンパー自体にエネルギー吸収機能をもたせたもの、第2にバンパーと車体との間にエネルギー吸収装置を装備してバンパーに作用した衝撃を車体に伝ばする以前に吸収してしまうもの、第3は前述の2つの機能を併用したものである。

いわゆる樹脂性バンパーは小さな衝撃に対してはエネルギーを吸収し、又、還元力もあるため、メンテナンスフリーで有効ではあるがエネルギー吸収量は少なくまた重量を増大する欠点がある。又、バンパーと車体との間に装備する従来のエネルギー吸収装置は油、あるいはシリコンをオリフィスから押し出す時の粘性抵抗によってエネルギー吸収するものであり、エネルギー吸収量は大きい、構造が複雑で重量も大きく又高価である。

本実施例は、エネルギー吸収体としてFRPパイプを使用しているため、軽量でかつ、理想的な抗力-変位特性を持ち安価なエネルギー吸収バン

パー用エネルギー吸収具を提供するものである。

即ち、本実施例はFRPパイプのエネルギー吸収能を利用したものでFRPパイプをバンパー本体と車体固定部との間に金具を介して挟持せしめ衝撃荷重が加わるとバンパーが車体側へ移動したときにFRPパイプが狭圧されパイプ端部より逐次破壊するため、この間にバンパーに対する衝撃物の運動エネルギーを吸収するようにしたことを特徴とするバンパー用エネルギー吸収装置である。

以下に本実施例を詳細に説明する。

本バンパー用エネルギー吸収具に用いたFRPパイプは外径80mmφ、肉厚5mm、外径70mmφ、肉厚5mm、外径60mmφ、肉厚5mmで同一長さの3つのパイプを同軸的に配設したものであり、各FRPパイプは、ガラス繊維束にエポキシ樹脂を含浸させて、一方向にシート状に配列した厚さ0.25mmのプリプレグを用いて成形した。4枚のプリプレグを所定の形状に切り出し、第1層のプリプレグ上に第2層のプリプレグは繊維方向を、第1層の繊維方向に対して右45°傾けて積層し、

第3層のプリプレグは繊維方向を第1層と平行に積層し、第4層のプリプレグは繊維方向を左45°に傾けて積層し、得られた肉厚1mmの積層材を、所定の径のマンドレルに、マンドレル軸に対して第1層の繊維方向が垂直となる様にマンドレル周上に積層材を巻き付け、最終的には、積層材を5回転させて5積層し肉厚を5mmとした。その最外層に、幅15mm、厚さ0.05mmのポリプロピレンから成る熱収縮テープをフープ巻きし、マンドレル上の積層材を更に締め付けた。

これを電気炉に入れ、プリプレグの樹脂部を熱硬化させ、硬化後、マンドレルを引抜き、FRPパイプを得た。得られたFRPは繊維方向がマンドレル軸に対して90°、右45°、左45°の順に繰り返し積層されており、積層数は20層になっている。FRPパイプを所定の長さに切断し、その一方の切断面に深さ3mm、幅1mmの切り込みを等間隔に放射状に8箇所入れた。

(構造)

第19図はバンパー用エネルギー吸収装置を示

したものである。内筒12の一端には、フランジ41が接合（固定）され他端には押圧板1が接合（固定）されている。押圧板1は外筒13の内壁に案内されてB方向に移動できるようになっている。外筒13に固定された底板2には同軸的に配設された径の異なる3つのFRPパイプ3のそれぞれの一端がかん合されている。FRPパイプ3は押圧板1と底板2によって挟持され固定されている。底板2には本装置を車体に取り付けるための取付具が設けられている。外筒13の内壁とFRPパイプ6の間には空間が設けられておりFRPパイプ3が押圧板1によって、B方向に圧壊されたときに生じる破壊分離したFRPパイプ片がその外側へ順次排除されるようにしてFRPパイプ3の圧縮を妨げない様にしてある。

本装置は、図19のように構造が簡単でかつ、FRPパイプを含めて製造、品質の維持、管理が容易であるため大量に安価に提供でき自動車の安全性という社会的要求に十分答え得るものと思われる。

〔作動状況〕

図19において衝撃力Fがバンパー4に加わるとバンパー4に接合（固定）したフランジ41から内筒12を介して押圧板1に衝撃力Fが伝えられる。底板2と押圧板1の間に同軸的に挟持されたFRPパイプ3は外筒13の内壁を押圧板1がB方向へ移動することにより圧縮荷重を受け、FRPパイプ3は押圧板1と接触する端部より逐次破壊する。このとき前記実験例同様、理想的な抗力-変位特性を示すため衝撃エネルギーは吸収され、衝撃による車体の損傷を極力抑さえる効果を生じる。押圧板1のストロークは衝撃の強さによって決まりその最大範囲はパイプが完全に圧壊した場合のストロークに限定される。

本実施例の吸収バンパーでは衝撃荷重がバンパー4に加わるとバンパー4が車体側へ移動し、車体との間に介在させたエネルギー吸収具Zが圧縮され逐次破壊される。これにより運動エネルギーが吸収される。即ち、第19図に示すようにバンパー4に衝撃力Fが加わるとフランジ41に立設

された内筒12が押圧部材1を押圧する。これにともない該押圧部材1は外筒13の内壁に案内されて移動し、該移動により同軸的に配設された3本のFRP中空体3は圧縮され逐次破壊され、エネルギーが吸収される。

〔発明の構成及び効果の要約〕

以上、要するに本発明のエネルギー吸収具は、繊維強化した中空筒状体と、該中空筒状体の両端に設けられ軸方向に相対移動可能な1対の押圧部材とから成り、中空筒状体は、それぞれ配向方向の異なる繊維によって強化され、押圧部材は上記相対移動によってFRP中空体を端部から逐次破壊し、エネルギーを吸収するものである。

実施例に述べたところからも明らかな様に、本発明のエネルギー吸収具は、外的要因による制約を受ける荷重Fと、変位置Xとのもとでエネルギー吸収量を最大と成し得る理想的な特性を有する。又本発明のエネルギー吸収具は、押圧部材の形状を工夫することにより、自動車用のシートベルト、エネルギー吸収ステアリング装置、エネ

サンプル	繊維の配向方向	積層方法	肉径φ	長さmm	肉厚mm
A	+45° - 45°	各5層、交互積層	60	50	2
B	↑	各10層、↑	60	50	4
C	+45° - 45° フープ巻き	±45° 各5層 フープ1層	60	50	2.1
D	↑	±45° 各5層 フープ2層	60	50	2.2
E	↑	±45° 各5層 フープ4層	60	50	2.4
F	+45° - 45°	各5層	30	50	2
G	縦物 たて糸一軸 よこ糸一円周	円周巻き5層	60	50	2
比較例1	無配向 (SMC)	円周巻き	60	50	2
H	無配向 (SMC) フープ巻き	円周巻き フープ2層	60	50	2.2

ルギー吸収バンパー等以外のエネルギー吸収装置に適用することができる。故に本発明のエネルギー吸収具は、シートベルト等上記各種安全装置に適用することにより、エネルギー吸収効果をより一層高めることができる。又、本発明のエネルギー吸収具は、上記した様にFRP中空体を用いているために、耐久性が良く、従って上記各種装置に用いると耐久性、経済性、メンテナンスの点で有利である。

4. 図面の簡単な説明

第1図はエネルギー吸収具に加わる荷重 F と、該荷重によるエネルギー吸収具の変位 x との関係（荷重-変位特性曲線）を表わす図である。第2図及び第3図は本発明のエネルギー吸収具の構成の一例を表わす断面模式図であり、第2図はFRP中空体3の破壊されていない状態、第3図はFRP中空体3が端部から逐次破壊され始めた状態を表わす図である。第4図は第2図および第3図に示すエネルギー吸収具の荷重-変位特性曲線を表わす図である。第5図はエネルギー吸収具のエ

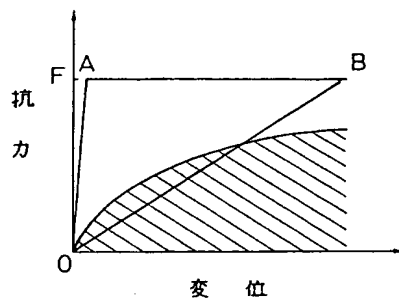
ネルギー吸収を測定する様子を表わす模式図である。^{第6図}(A)、(B)、(C)、(D)、(E)、(F)は本発明のエネルギー吸収具のサンプルA～H及び比較例のサンプル1の荷重-変位特性曲線を表わす図である。第7図は本発明のエネルギー吸収具の押圧部材の形状の第1の例を表わす図であり、第8図は第2の例を表わす図である。第9図は第8図に示すテーバを形成した押圧部材を用いた場合と、テーバを形成しない押圧部材を用いた場合とのそれぞれの場合のエネルギー吸収具の荷重-変位特性曲線を比較するグラフである。第10図はエネルギー吸収具の押圧部材の形状の第3の例を表わす図であり、第11図は第4の例を表わす図である。第12図は、エネルギー吸収具のFRPパイプの端部に切欠を入れた場合と、入れない場合の荷重-変位特性を比較するグラフである。第13図は本発明のエネルギー吸収具を自動車用シートベルトに装着した状態を表わす図であり、第14図は第13図における装着部の拡大図である。第15図は第13図及び第14図で

用いるエネルギー吸収具の荷重-変位特性曲線を表わす図である。第16図(A)は本発明のエネルギー吸収具をエネルギー吸収ステアリング装置に装着した状態を表わす図であり、第16図(B)はエネルギー吸収具の車体への取付部の拡大図である。第17図はステアリング装置のコラムとシャフトの嵌合部(第16図(A)、XVII-XVII線)の断面図であり、第18図はシャフトの計器板への取付部(第16図(A)XVIII-XVIII線)の断面図である。第19図は本発明のエネルギー吸収具をエネルギー吸収バンパーに装着した状態を表わす図である。

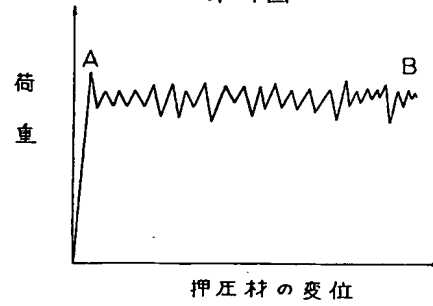
1…押圧部材 2…押圧部材
3…FRP中空体

特許出願人 株式会社豊田中央研究所
 同 豊田紡織株式会社
代理人 弁理士 大川 宏
 同 弁理士 藤谷 修
 同 弁理士 丸山 明夫

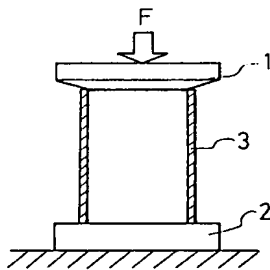
第1図



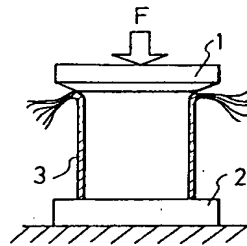
第4図



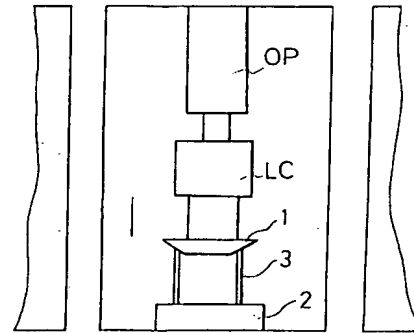
第2図



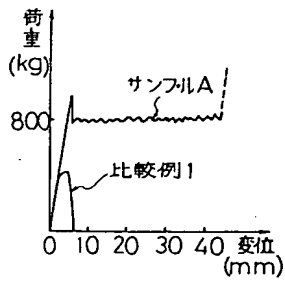
第3図



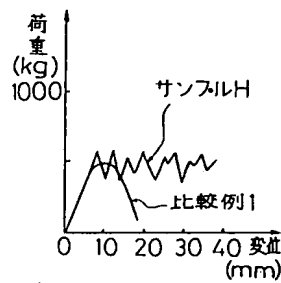
第5図



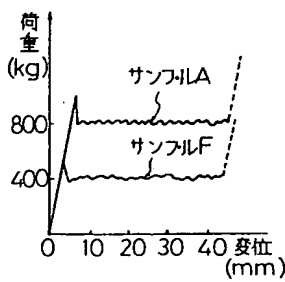
第6図(A)



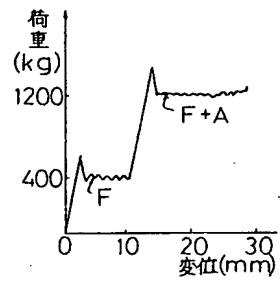
第6図(B)



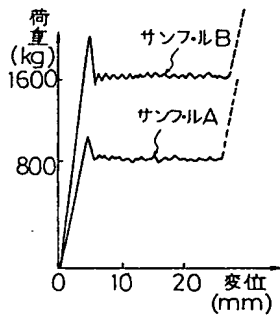
第6図(E)



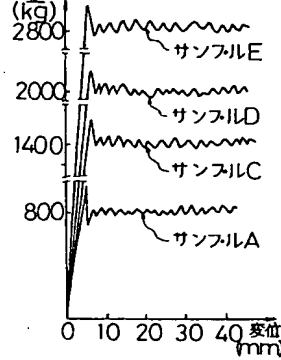
第6図(F)



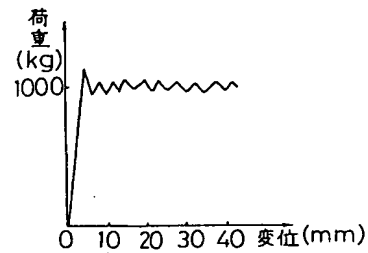
第6図(C)

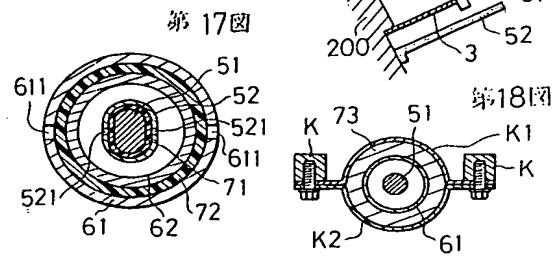
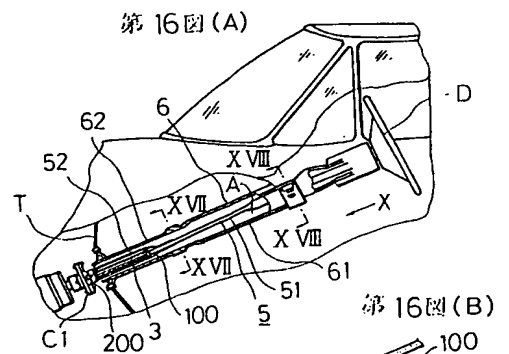
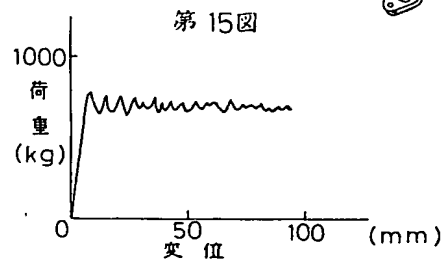
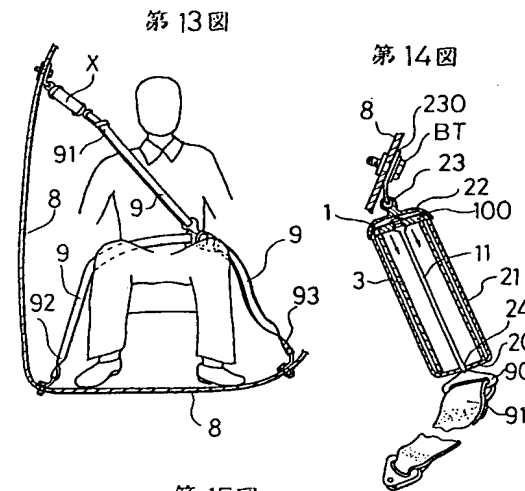
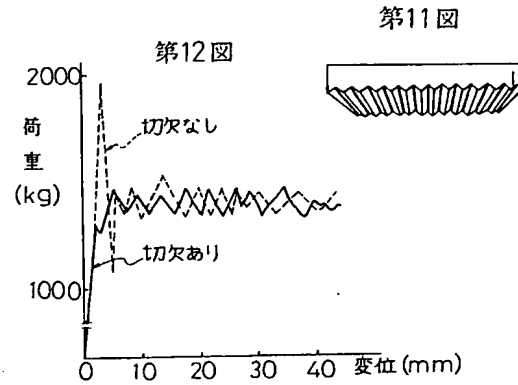
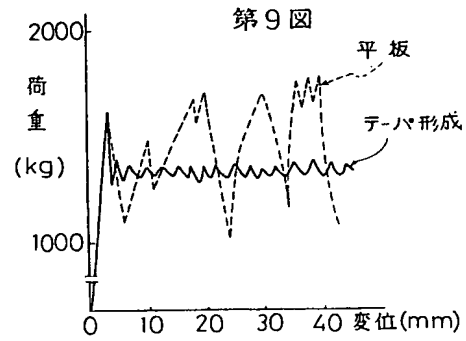
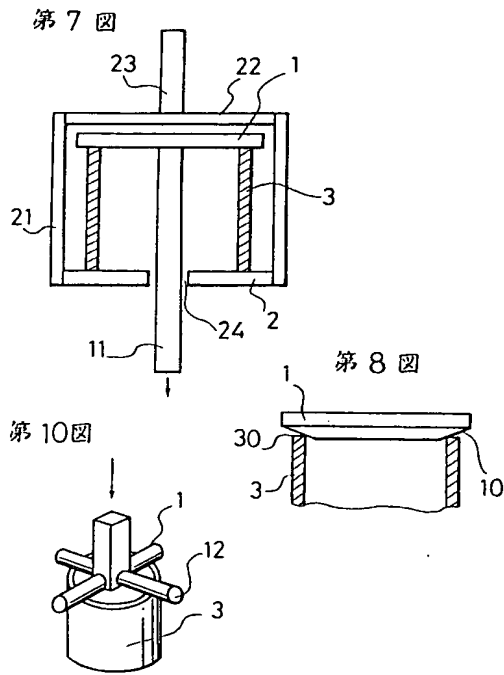


第6図(D)



第6図(G)





第19圖

